RECOMENDACIONES POST ONE CENSAL 2010, CON RECURSOS TIC
CIENCIAS NATURALES

QUÍMICA
DENSIDAD, CALOR Y TEMPERATURA

I. PUNTOS DE PARTIDA

El aprendizaje del concepto de densidad en la escuela secundaria supone disponer de un conjunto de conocimientos sobre propiedades de los materiales, propiedades extensivas e intensivas, aplicación de modelos explicativos para la densidad de un material, procedimientos para la determinación de propiedades, magnitudes derivadas, unidades de medición de masa y volumen, resolución de problemas cuantitativos relacionados con la densidad de una sustancia, factores que influyen en el valor de la densidad de un material.
El aprendizaje de los conceptos de calor (como forma de transferencia de energía)
y temperatura (como magnitud que permite comparar estados térmicos) supone disponer de un conjunto de conocimientos sobre qué es el calor, qué es la temperatura, qué relación existe entre ellos y con la energía interna de un cuerpo, cuáles son las formas para medirlas, de qué modos se puede transferir el calor, qué efectos puede provocar un cambio de temperatura en un sistema material, qué son los estados térmicos, qué es el equilibrio térmico, qué mide un termómetro y cómo.

II. PREGUNTAS PARA RETOMAR EL TRABAJO

Existe una multiplicidad de razones por las cuales los resultados de aprendizaje pueden no ser los esperados. Algunas de ellas escapan al ámbito escolar estricto y si bien los docentes acompañan a sus alumnos en un sentido amplio de compromiso con su formación y crecimiento personal, a veces sus intervenciones pueden ser insuficientes para resolver algunas cuestiones o resultar limitadas frente a la variedad de los problemas que afrontan.
En esta oportunidad, se focalizará la atención en el trabajo pedagógico que es posible realizar para que los estudiantes mejoren y enriquezcan sus conocimientos sobre los *conceptos de densidad, calor y temperatura*.
El equipo docente podría comenzar con preguntas acerca de por qué los estudiantes no han alcanzado el aprendizaje esperado, observando particularmente, las estrategias de enseñanza utilizadas. Reflexionar sobre la propia práctica ayuda a rectificar el rumbo, revisar y modificar los aspectos donde se presentaron más dificultades y, sobre todo, hace del docente un protagonista activo en la tarea de construir caminos para que sus alumnos aprendan más y mejor.
Podría preguntarse:

- ¿Por qué a pesar de ser la densidad, el calor y la temperatura conceptos que los estudiantes comenzaron a construir en la escuela primaria, les sigue resultando muy difíciles de comprender?
- ¿Cuáles pueden ser los principales obstáculos que encuentran en el camino del aprendizaje de estos conceptos?

Nos referiremos, primero, al concepto de densidad y posteriormente abordaremos los de calor y temperatura.

a) Densidad

En la búsqueda de respuestas y alternativas superadoras, se podría continuar profundizando el análisis, con preguntas tales como:
- ¿Cuáles son los saberes de los alumnos respecto del concepto de densidad de un material? ¿Tuvieron la oportunidad de expresarlos?
- ¿En qué contextos aplican este concepto?
- ¿Reconocen a la densidad como una magnitud derivada?
- ¿Diferencian los conceptos de densidad y de viscosidad? ¿Asumen como sinónimos “espeso” y “denso”?

Es probable que si, con el fin de indagar los saberes de los alumnos, se les pregunta: ¿Qué es la densidad?, se reciban muy diferentes respuestas. Por ejemplo: "algo denso es algo espeso", "es cuando algo es pesado", "un tipo fastidioso, denso, pesado", "es lo que hace que un líquido sea espeso", "una ciudad que tiene más población que el campo, es más densa", "es pastoso"; "es cuando algo es muy pesado y se hunde"; "es algo apretado, compacto"; "es masa sobre volumen", "tiene que ver con la concentración de gente en un lugar", "densidad tiene que ver con estar más juntos, más apretados", "la densidad es el resultado de la división entre la masa y el volumen", "la densidad es el peso, algo denso es algo pesado".

Anticipar estas respuestas, para el tema de densidad, demandaría que el docente reflexionara, por ejemplo, sobre estas cuestiones:

– ¿Cuál es la diferencia entre densidad de un material, densidad de un cuerpo y densidad de una población?

– ¿Cuál es la diferencia entre densidad y viscosidad? ¿Por qué se los suele tomar como sinónimos?

- ¿Tuvieron oportunidades para aplicar el concepto de densidad para interpretar o resolver diferentes situaciones?

- ¿En qué medida los recursos y estrategias didácticas utilizados resultaron facilitadores del aprendizaje?

- ¿Qué otras podrían desplegarse?

- ¿Cómo se pueden instalar en el aula situaciones de enseñanza que faciliten la construcción del concepto de densidad?

Luego de que los alumnos hayan expuesto sus ideas es útil propiciar que los alumnos tomen conciencia sobre los conceptos que dieron origen a cada respuesta y que identifiquen a la densidad (ya sea de una población o de un material) como una magnitud relativa, originada a partir de dos magnitudes absolutas (el número de personas y la superficie en la que se encuentran o la masa de material y el volumen que ocupa). Es conveniente tener en cuenta que todas las respuestas son válidas y tienen significado, ya que son ideas que ellos tienen y a partir de las cuales, se seguirá construyendo el concepto en cuestión para lograr un aprendizaje sustentable.

Es útil presentar diferentes situaciones de gallinas en un corral para que ellos las ordenen según su densidad poblacional. Esto es, por ejemplo, algunas que tengan igual superficie con igual y diferente número de gallinas, también con diferente superficie mantener o no igual número de aves.

Para que los alumnos construyan el significado de densidad, desde las ciencias naturales, el docente podrá plantear nuevas preguntas, sabiendo que los alumnos ya manejan el concepto de densidad de población, como un cociente entre dos magnitudes absolutas (número de personas y superficie).

Otras preguntas que puede hacerse el equipo docente son:

- ¿Tuvieron oportunidades los alumnos para hacer predicciones y/o anticipaciones haciendo uso del concepto de densidad?

- ¿Resolvieron problemas cuantitativos haciendo un abordaje que fuera más allá de la aplicación de un fórmula?

- Al resolver problemas numéricos, ¿contrastaron resultados entre los grupos? Si encontraron diferencias, ¿las discutieron?

- ¿Se trabajó el concepto de densidad como consecuencia de necesitarlo?

- ¿Aplicaron el concepto de densidad a situaciones cotidianas?

- ¿Tuvieron oportunidades de hacer uso de gráficos cartesianos para poner en evidencia la proporcionalidad directa entre la masa y el volumen de un material?

- ¿Realizaron actividades experimentales en las que tuvieron que hacer mediciones directas e indirectas?

La investigación en torno a las concepciones alternativas ha mostrado que estrategias de enseñanza basadas en la transmisión verbal del conocimiento, y en la resolución de ejercicios que se apoyan en el uso mecánico de un algoritmo, no garantizan el aprendizaje significativo de los contenidos científicos. Es necesario emplear otros tipos de estrategias didácticas en la enseñanza, una de las cuales puede ser el uso de modelos analógicos, cuyo uso permite transferir conocimientos de unas áreas a otras, facilitando el aprendizaje.

Es habitual encontrar dificultades provenientes de no considerar que la densidad como una propiedad intensiva, que no cambia con la cantidad. Esto puede detectarse a través del planteo de preguntas tales como: Si tenemos un cuerpo de plastilina y lo cortamos en dos trozos, ¿cómo es la masa de cada trozo respecto de la del cuerpo original? ¿el volumen? ¿y la densidad? También, si contamos con una balanza,

una probeta y agua, se pueden hacer las determinaciones de la masa y el volumen del cuerpo original, idem las de cada trozo y luego el cálculo correspondientes de las densidades. Sería muy conveniente que fueran los alumnos, reunidos en grupos, quienes diseñaran el procedimiento y que una vez realizado el trabajo, los cotejaran los resultados y los discutieran para arribar a un consenso.
Es útil pedirles, por ejemplo, que lean etiquetas de envases de helados o de ciertos shampúes, en las que figura el dato de la masa y del volumen contenidos y reflexionar sobre esos datos. Al mismo tiempo que se trabaja con la densidad del producto, sirve para poner en evidencia un error frecuente en los alumnos y que es el de considerar que 1 g es lo mismo que 1 cm^3.
También es habitual encontrar en los alumnos una tendencia a recurrir de una forma acrítica y mecánica a algoritmos, como el uso de la fórmula d= m/v, en lugar de recurrir a una reflexión conceptual. Esto puede llevarlos a proceder como si se pudiera cambiar la masa o el volumen en forma independiente

III. EN LA BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS. NUEVOS RECURSOS PARA VIEJOS PROBLEMAS

A. DENSIDAD

En la página:
http://www.fceia.unr.edu.ar/fceia/ojs/index.php/revista/article/viewFile/173/pdf encontramos un artículo muy interesante sobre la **Enseñanza del concepto de densidad a través de un modelo analógico,** *Andrés Raviolo, Mónica Moscato y Ana Schnersch. Revista de Enseñanza de la Física. Vol. 18, Nº 2, 2005*

En la siguiente página web se encuentra un trabajo muy interesante referido a la enseñanza aprendizaje del concepto de densidad. Vale la pena leerlo. Algunas partes (pocas) están en inglés pero el vocabulario usado es muy básico.
http://eprints.uanl.mx/2384/1/1020125489.pdf

En pág.18 a 20 de las Recomendaciones metodológicas para la Enseñanza de las Ciencias Naturales, de la DINIECE, se hace referencia a la aplicación del concepto de densidad en la resolución de una situación problemática
http://diniece.me.gov.ar/images/stories/diniece/evaluacion_educativa/nacionales/doc_pedagogicos/REC-MET-NATURALES-pdf.pdf

B. CALOR Y TEMPERATURA

Las nuevas tecnologías constituyen un instrumento potente para ampliar los conocimientos sobre el mundo social y natural. Pero requieren –como todo recurso- de la intervención docente, para guiar a los alumnos en la búsqueda de información confiable y relevante, en el uso de buenos instrumentos de navegación y en formas de realizarla. Lamentablemente, en la web, también hay algunas propuestas incorrectas. Es imprescindible, antes de proponer el uso de algún material educativo con los alumnos, mirarlo detalladamente y, en el caso de existir errores, no utilizarlo o usarlo en actividades en las que les pedimos a los alumnos que encuentren errores. En muchos casos hay partes que son adecuadas y otras no. Tal como ocurre con los libros (no todo lo escrito está bien), en Internet también encontramos propuestas de muy diferentes calidades (no todo lo que está en la web es correcto). Es muy útil seleccionar 3 o 4 páginas web que se refieran a la misma temática (por ejemplo conducción del calor) y 2 o 3 libros de texto y solicitar a los alumnos que analicen y comparen la información que brindan y elaboren un informe al respecto.

Sobre Calor y temperatura, se encuentran explicaciones muy claras y adecuadas para el estudiante de secundaria en:
http://www.educared.org/global/anavegar3/premiados/ganadores/c/651/Calor/index.htm
Presenta animaciones y simulaciones y propuestas de actividades, con algunos enlaces que van más allá del tema que nos convoca.

En la siguiente página web Ciencia a la moda hace una propuesta interesante.
http://experimentar.gov.ar/nota.php?id_nota=modaExpmento
Se desarrolla en forma simple la relación entre la transmisión del calor y los colores. Es una propuesta para niños pero tiene validez también para púberes y adolescentes.

http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema3/index.htm
Contiene explicaciones correctas, breves y claras sobre calor y temperatura. Presenta algunas animaciones y actividades sencillas

http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1062
Presenta actividades, animaciones y simulaciones. Es un material muy adecuado para los chicos de secundaria, está bien secuenciado y muy cuidado conceptualmente.

http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Calor/historia/historia.htm
Presenta en forma clara algunos aspectos históricos de los conceptos de calor y temperatura y del desarrollo de los termómetros.

http://www.galeon.com/termometria/historia.htm
Los estudiantes encontrarán información sobre las diferentes formas que se fueron utilizando para medir la temperatura, hasta llegar al termómetro clínico.

http://www.profes.net/varios/videos_interactivos/definitivo.swf
Se trata de un material completo, variado y muy adecuado para organizar, con él, diferentes actividades didácticas relacionadas con el tema que nos ocupa.

El calor específico. En Para seguir aprendiendo. Material para alumnos. Polimodal Ciencias Naturales. Ministerio de Educación. 2001. Bs. As. Pp.32-35.
http://www.educaciencias.gov.ar/archivos/seguirapr/polimodal/natupoli.pdf
Presenta una propuesta didáctica sobre el concepto de calor específico, relacionada con aplicaciones y derivaciones de los conceptos de calor y temperatura.

IV. NOTAS SOBRE LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE ESTE TEMA

A. DENSIDAD

Los conceptos masa, volumen y densidad, son conceptos básicos para el área de las ciencias naturales. No obstante, la mayoría de los alumnos de la escuela secundaria no logra hacer una diferenciación conceptual entre ellos, incluso se encuentran dificultades en estudiantes de nivel terciario o superior.
Los estudiantes poseen saberes sobre los conceptos masa, volumen y densidad, construidos en su interacción cotidiana con los materiales, en su interacción social y los construidos en etapas escolares anteriores. Los niños de primaria ya tienen la noción de "pesado para su tamaño", aunque esto no significa que diferencien apropiadamente masa de densidad o peso de peso específico.
Cabe destacar que, en algunos casos, se generan inconvenientes en los aprendizajes debido a una escasa precisión en el lenguaje utilizado en artículos de diarios y revistas, libros o páginas web o bien, a la existencia de contradicciones, conceptos desactualizados o errores.
Se suele utilizar el término "liviano" como sinónimo de "poco denso". Por ejemplo, el aluminio es "más liviano" que el hierro, cuando corresponde decir que el aluminio es "menos denso" que el hierro.
A veces también se confunde número de partículas con masa. Así, cuando se utiliza un modelo para explicar las diferentes densidades de los metales, erróneamente a veces se indica que el metal más denso es el que tiene "mayor número de átomos por unidad de volumen" o que es el que tiene "una estructura más compacta, los átomos más juntos", sin considerar la variable de la masa atómica del elemento.

Por otra parte, es importante considerar, y trabajar con los alumnos, la incidencia de la temperatura en el valor de la densidad de un material (aún en estado líquido o sólido).

B. CALOR Y TEMPERATURA

En la búsqueda de respuestas y alternativas superadoras, se podría continuar profundizando el análisis comenzado en II), con preguntas tales como:
- ¿Cuáles son los saberes de los alumnos respecto de los conceptos de calor y temperatura? ¿Tuvieron la oportunidad de expresarlos?
- ¿En qué contextos aplican estos conceptos?
- ¿Reconocen a la diferencia entre calor y temperatura?
- ¿Consideran el calor como una forma de energía? ¿Utilizan energía calórica y/o energía térmica para referirse al calor?

Es habitual que se confundan los términos calor y temperatura. Se suele escuchar expresiones tales como: la temperatura mide el calor. O la temperatura mide la energía cinética de las partículas. También, a veces, que se le asigna al calor características materiales (¿reminiscencias de la teoría del calórico?), por ejemplo, se dice "el calor se desplaza por la barra metálica".

Es muy común que los alumnos mencionen, por ejemplo, "los metales son fríos" o que "la manija de la puerta está más fría que la parte de madera". Suelen no haber reflexionado sobre la subjetividad de la sensación térmica aunque hayan visto el proceso de conducción del calor.

Anticipar posibles respuestas a las preguntas anteriores, llevaría al equipo docente reflexionar, por ejemplo, sobre estas cuestiones:
- ¿Tuvieron los alumnos oportunidades para aplicar el concepto de calor y el de temperatura para interpretar o resolver diferentes situaciones?
- ¿Pudieron hacer búsquedas en diferentes fuentes para averiguar, por ejemplo, por qué se dejó de utilizar la expresión "energía calórica"? ¿Y para indagar acerca de la evolución en los diseños de los termómetros?
- ¿En qué medida los recursos y estrategias didácticas utilizados resultaron facilitadores del aprendizaje? ¿Qué otras podrían desplegarse?
- ¿Cómo se pueden instalar en el aula situaciones de enseñanza que faciliten la construcción de los conceptos en cuestión?

Es útil plantear preguntas que lleven a la reflexión conceptual y que sean analizadas en clase, exponiendo los alumnos sus argumentaciones y poniéndolas a discusión. Por ejemplo:

- ¿Por qué el metal del manubrio de una bicicleta parece estar más frío que la manija de goma o plástico que está a la misma temperatura?
- ¿Cómo se puede justificar el uso de los abanicos o ventiladores cuando hace calor, esto es, cuando la temperatura ambiente es elevada? Cuando se usa un abanico o un ventilador, ¿disminuye la temperatura del ambiente? ¡Y un acondicionador de aire?
- ¿Dónde es más conveniente instalar un acondicionador de aire, cerca del piso o del cielo raso? ¿Por qué?
- ¿Cuando se muerde una empanada caliente la masa no quema, el relleno si, ¿por qué?
- ¿Por qué es preferible usar ropa clara en un día soleado de verano?
- ¿Por qué se usa una cuchara de madera para revolver un guiso que se está cocinando y no una de acero?
- En una habitación que ha permanecido cerrada durante unas horas, se encuentran una silla, una mesa y un sillón. Sobre la mesa hay un mantel, una botella de plástico y un vaso de vidrio. Sobre el sillón duerme un gato. Se mide con termómetros las temperaturas del gato, de la silla y de los objetos que están sobre la mesa. ¿Cuáles serán iguales entre sí y cuáles diferentes? Por qué?
- ¿Cómo funciona un horno microonda? ¿Por qué en un microonda los alimentos se calientan de adentro hacia afuera y en el horno convencional de afuera hacia adentro?
- ¿Cómo funciona una heladera?
- ¿Por qué a igual temperatura un trozo de mármol se percibe más frío que uno de madera?

- En dos vasos se coloca agua muy fría. A uno de ellos se lo envuelve con un paño de lana, al otro se lo deja expuesto al aire. La temperatura inicial de cada uno de ellos es la misma (10°C). Se vuelve a tomar la temperatura al cabo de 10 o 15 min. ¿Se obtendrán los mismos valores? ¿Por qué? Si la respuesta es negativa, ¿en qué caso la temperatura final es menor? ¿Por qué?
- ¿Qué significa tener fiebre?
- ¿Por qué sentimos frío cuando salimos mojados de la ducha?
- ¿Por qué nos ponemos mucha ropa en un día frío?
- ¿Por qué las casas que tienen en el techo membranas impermeabilizadoras plateadas son más frescas?
- ¿Es científicamente correcta la expresión: el pullover de lana me da calor?
- Diego le pide a Lucía: cerrá la puerta que entra frío. ¿Cómo se lo pediría un científico?
- ¿Qué temperatura aproximada te gusta que tenga el agua cuando te bañás? ¿Por qué?
- ¿Por qué se colocan vidrios dobles (con aire entre ellos) en las ventanas en los lugares muy fríos?
- ¿Por qué aconsejan usar varias capas de ropa finita de lana en lugar de un solo pullover grueso de lana?
- Qué materiales son adecuados para conservar la temperatura de una bebida caliente? ¿Y de una fría?

Es interesante hacer preguntas cuyas respuestas no sean demasiado directas, también plantear situaciones que no tengan solución o que tengan más de una.
La temperatura es uno de los parámetros que describen el estado de un sistema. Suele decirse que informa acerca del estado térmico del mismo y es fundamental conocerla para poder predecir los cambios que se producirán en un sistema cuando interactúa con otro. Supongamos la siguiente cuestión. Si a un recipiente lleno de agua lo introducimos en un horno encendido, ¿qué le ocurrirá al agua? No lo podemos prever si no conocemos su temperatura inicial. Si el agua estaba a 100ºC cuando introducimos el recipiente en el horno encendido hervirá, pero si tu temperatura era mayor que 0ºC y menor que 100ºC, aumentará.

En algunos casos se generan inconvenientes en los aprendizajes debido a una escasa precisión en el lenguaje utilizado en artículos de diarios y revistas, libros o páginas web o bien, a la existencia de contradicciones, conceptos desactualizados o errores.
Por ejemplo, es habitual leer, en los diarios expresiones tales como: “hizo 35 grados de calor”. Es muy útil analizar con los alumnos esta expresión: ¿a qué grados se están refiriendo? ¿son grados de una escala de valores correspondiente a qué magnitud? ¿cuáles son las unidades con las que se miden las cantidades de calor?
Expresiones tales como: “cerrá la ventana que entra frío” o “la lana me da calor” también deberían ser analizadas en clase para poner en evidencia ciertas diferencias entre el lenguaje cotidiano y el científico. En las clases de Física o de Química no es necesario “hablar en difícil” pero si acordar significados, promover la precisión en el lenguaje tanto escrito como oral.

C. CONSIDERACIONES GENERALES

La enseñanza y el aprendizaje de los conceptos de densidad, calor y temperatura pueden estar atravesados por dificultades de distinto tipo, que se ponen en juego en diferentes momentos de la secuencia didáctica o que aparecen durante el desarrollo de las actividades planificadas.
Para acercar a los estudiantes a las formas de hacer y pensar de los científicos es necesario ofrecerles oportunidades para realizar actividades a través de las cuales puedan desarrollar habilidades para la indagación, la búsqueda y análisis de información, el diseño y realización de experimentos que incluyan control de variables, la interpretación de resultados, el uso y construcción de gráficos, la elaboración de informes, la comunicación oral y escrita utilizando un lenguaje preciso y haciendo uso de terminología científica escolar, la participación en debates, el planteo y resolución de problemas, la argumentación, la toma de decisiones.
En el segundo apartado de este material (densidad) y (calor y temperatura) se presentaron ejemplos orientativos.

Nuestra intención fue dar algunas orientaciones que puedan ser de utilidad al planificar temas relacionados con la densidad, el calor y la temperatura.
Para abordar una serie de contenidos, no existe una única secuencia posible, la mejor secuencia es aquella que sea la más adecuada a la situación real y ésta dependerá de muchos factores, entre ellos, el grupo de alumnos, la infraestructura escolar, el año en el que se desarrolla.
Por ejemplo, la necesidad de recordar y hacer uso del concepto de densidad puede aparecer al referirnos a diferentes tipos de plásticos y sus códigos de identificación. Así, el PEBD (polietileno de baja densidad) tiene un número y el PEAD (polietileno de alta densidad) tiene otro.
La necesidad de manejar el concepto de densidad y su diferencia con el de viscosidad también puede aparecer al indagar sobre aspectos de contaminación ambiental, por ejemplo, el derrame de petróleo sobre agua de mar y la situación de su flotabilidad.
Al desarrollar temáticas relacionadas con los cambios climáticos o con propiedades intensivas como el calor específico o la dilatación térmica, seguramente que necesitaremos retomar los conceptos de calor y temperatura.
Si el alumno se enfrenta a una situación problemática para la cual necesita de ciertos conceptos, tendrá muy buenos motivos para querer aprenderlos. No se trata de que memorice definiciones, por el contrario, las definiciones deberían ser los puntos de llegada, no los de partida.
Para el caso de contenidos conceptuales que se van desarrollando y complejizando a lo largo de toda la escolaridad, es muy útil que los estudiantes lleven un “diccionario científico escolar”. En un cuaderno o parte de un cuaderno van registrando sus ideas acerca de los conceptos relevantes de la terminología científica escolar y la fecha en las que las escribieron. De esta manera se puede evidenciar la evolución que va teniendo la construcción de dichos conceptos, se van haciendo concientes de sus propios aprendizajes.
Respecto de la resolución de problemas, es importante propiciar el abordaje de la parte operativa, utilizando ecuaciones sólo después de que se haya discutido el enunciado, se hayan formulado hipótesis fundamentadas acerca del posible resultado y se hayan propuesto algunas vías de solución.
A decir de Einstein:
“Ningún científico piensa con fórmulas, antes que el físico comience a calcular debe tener en su cerebro el curso de los razonamientos. Estos últimos en la mayoría de los casos, pueden ser expuestos con palabras sencillas. Los cálculos y las fórmulas constituyen el paso siguiente”.

Marta Bulwik

Química. Áreas Curriculares
Dirección Nacional de Gestión Educativa